

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Таджикского национального
университета, профессор
Хушвахтзода К.Х.

«5» 10 2022г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

кафедры ядерной физики физического факультета Таджикского национального университета по диссертационной работе Латиповой Сарвиноз Зикуллоевны на тему « Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI»

Диссертация Латиповой Сарвиноз на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI» была выполнена на кафедре ядерной физики Таджикского национального университета совместно с НИИЯФ МГУ им Д.В Скобельцына МГУ имени М.В Ломоносова.

Латипова Сарвиноз в 2012 г. с отличием окончила Таджикский национальный университет по специальности « Физик. Преподаватель» . С 2013 года работает ассистентом кафедры ядерной физики.

В 2013 поступила в аспирантуру на кафедры ядерной физики физического факультета Таджикского национального университета по специальности «01.04.16-Физика атомного ядра и элементарных частиц» и в 2017 году окончила аспирантуру.

После окончания аспирантуры в том же году стала работать ассистентом кафедры ядерной физики.

Научный руководитель: докт. физ.-мат. наук, доцент, профессор Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, кафедры физики космоса физического факультета МГУ- **Галкин Владимир Игоревич.**

По результатам рассмотрения диссертации «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI», принято следующее заключение:

Оценка выполненной работы. Диссертация Латиповой Сарвиноз на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI» представляет собой законченное квалификационное исследование, в котором поставленная цель работы достигнута, задачи решены в соответствии с выбранной методикой, выводы и решения обоснованы.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации. Личный вклад соискателя заключается в поиске и анализе литературных данных по выбранной теме, подготовке модельных расчётов и проведе-

ния моделирования, обработке полученных результатов, их обсуждении и подготовке материалов к публикации.

Степень достоверности результатов проведенных исследований. В отличие от других установок на установке Памир - XXI обеспечивается одновременная регистрация трех основных компонентов ШАЛ. Результаты моделирования данных сопоставлялись с результатами, полученными на других аналогичных установках, а также проводились публикации по данной тематике.

Обозначенный автором в процессе исследования объект и предмет научных исследований позволяет осуществлять решение поставленных задач с достаточной степенью аргументации.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые:

1. **Проведены** аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 1-100 ПэВ для установки Памир - XXI.

Выбран вид аппроксимирующих функций для фронта и ФПР ЧС ШАЛ.

2. **Создан** алгоритм аппроксимации и анализа ошибок для оценки первичной энергии, положения оси, направления прихода и расчетные модели для черенковского фронта и поперечного распределения черенковского света ШАЛ от разных первичных ядер.

3. **Проведены** процедура оценки направления прихода ШАЛ и положение оси первичной частицы.

4. **Определены** ошибки оценки направления ШАЛ для вертикальных и наклонных ливней по пространственно-временному распределению черенковского света (ЧС).

5. **Разработана** процедура оценки направления прихода ШАЛ и положение оси первичной частицы, проведена минимизация.

6. **Разработана** процедура оценки энергии ШАЛ по интегралу ЧС и введены поправки к оценкам энергии для проскочивших ливней по крутизне ФПР ЧС.

Цели и задачи исследования. Целью диссертационного исследования заключается в определение первичных параметров космических лучей сверхвысоких энергий.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создания алгоритма оценки первичного направления для расчетных моделей фронта и поперечного распределения черенковского света ШАЛ от разных первичных ядер.

2. Оценка энергетического спектра первичного космического излучения (ПКИ) при энергиях выше 10^{15} эВ (1ПэВ).

3. Определение точности оценки направления прихода и положение оси первичной частицы (с ошибкой не более 0,1 градуса дуги и 1,5м) с энергии 1-100 ПэВ.

4. Создание установки, способной решить проблему энергетического спектра ПКЛ в диапазоне энергий 10^{15} - 10^{18} эВ с использованием характеристик ЧС ШАЛ:

Теоретическая ценность исследования.

1. Планируется существенно продвинуть вперед решение обеих классических задач, поставленные перед установками ШАЛ (и проблемы модели взаимодействия) на основе новых подходов, в рамках проекта Памир-XXI.

2. Настоящая работа не касается адронных исследований в стволах ШАЛ. Она рассматривает возможности решения традиционных астрофизических задач: изучения энергетического спектра и массового состава ПКИ и регистрации γ -квантов сверхвысокой энергии как от точечных, так и от диффузных источников. Наша логика решения этих задач несколько отличается от используемой в прошлых и настоящих экспериментах.

3. Ставится задача, создать набор черенковских детекторов, оптимизированные для решения проблемы оценки массы/типа первичной частицы.

4. Предлагаемый вариант оптической части установки будет анализировать импульсы (пространственно-временное распределение) ЧС и угловые черенковские образы (пространственно-угловое распределение ЧС) и для этого будет включать широкую сеть быстрых оптических детекторов и несколько широкоугольных телескопов.

Практическая ценность исследования. Конкретная задача работы заключается в создании установки для регистрации широких атмосферных ливней (ШАЛ), которая может решить одну из классических задач физики космических лучей, а именно, получить энергетический спектр и массовый состав первичных космических лучей (ПКЛ) сверхвысоких энергий, важные с точки зрения астрофизики частиц сверхвысоких энергий.

Соответствие паспорту научной специальности. Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики.

Формула специальности:

Приборы и методы экспериментальной физики – область науки и техники, включающая экспериментальные и теоретические исследования, направленные на разработку новых принципов и методов физических измерений, а также на создание новых приборов и устройств для изучения физических явлений и процессов.

Области исследований:

1. Изучение физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики.
2. Разработка новых принципов и методов измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики и позволяющих существенно увеличить точность, чувствительность и быстродействие измерений. Разработка и создание научной аппаратуры и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики.
3. Развитие квантовой теории измерений.
4. Исследование фундаментальных ограничений на точность измерений.
5. Разработка и создание экспериментальных установок для проведения экспериментальных исследований в различных областях физики.

6. Разработка и создание новых приборов и аппаратурных комплексов для исследований в области астрономии и астрофизики.
7. Разработка и создание средств автоматизации физического эксперимента.
8. Разработка методов математической обработки экспериментальных результатов. Моделирование физических явлений и процессов.

Опубликованные результаты диссертации. Материалы диссертационной работы опубликованы в 7 научных изданиях, в том числе из них 4 статьи в реферируемых журналах ВАК РТ, 12 тезисов и докладов в материалах международных и республиканских научных конференций.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

- [1- А]. **Латипова С. З.** Аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 1 ПэВ на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] / Латипова С. З. // Вестник ТНУ-2013. Серия естественных наук. Стр-206.
- [2- А]. **Латипова С. З.** Аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 10 ПэВ для 30-события, на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] / Латипова С. З. // 3rd international cosmic rays workshop ICRW-2013, Душанбе 2013.
- [3- А]. **Латипова С. З.** Fundamentals of Cherenkov technique for "Pamir-XXI" Detector Array. А [Текст] / A S Borisov, V I Galkin and S Z Latipova // CERN-2014
- [4- А]. **Латипова С. З.** Метод определения параметров первичной частицы широкого атмосферного ливня высокогорной установкой [Текст] / В. И. Галкин, А. С. Борисов, Р. Бахромзод, В. В. Батраев, С. З. Латипова, А. Р. Мукумов. // ВМУ. Серия 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 2018. No 2. (English version: Moscow University Physics Bulletin. 2018. 72, No. 2. Pp. 179–186).
- [5-А]. **Латипова С. З.** Поперечное распределение черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 1 ПэВ на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] / Латипова, С.З. / Latipova, S.Z.¹, Галкин, В.И. / Galkin, V.I.², Шозиёев, Г.П. / Shoziyoyev, G.P.³ // Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе. 2017 (3):69-75.
- [6- А]. **Латипова С. З.** Оценка энергии широких атмосферных ливней оптической частью высокогорной установки [Текст] / В. И. Галкин, С. З. Латипова, // Учёные записки физического факультета Московского Университета - 3, 2030203 (2020).
- [7- А]. **Латипова С. З.** Процедура определения положения и направления оси ШАЛ сетью быстрых оптических детекторов ПАМИР-XXI [Текст] / В. И. Галкин, С. З. Латипова // Вестник ТНУ-серия естественных наук №3, 2022 С-224-238.

Публикации в материалах научных конференций

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на международных школах и конференциях.

- [1- А]. **Латипова С. З.** Аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 10 ПэВ для 30-события, на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] / Латипова С. З. // 3rd international cosmic rays workshop ICRW-2013, Душанбе 2013.
- [2- А]. **Латипова С. З.** Международная школа «Микромир и макромир» - Москва 2012 и 2013.
- [3- А]. **Латипова С. З.** Республиканская конференция по ядерно - физическим методам анализа состава биологических, геологических, химических и медицинских объектов Душанбе -2014.
- [4- А]. **Латипова С. З.** Международная школа молодых ученых стран СНГ «Смежные проблемы физики и астрофизики частиц сверхвысоких энергии» Душанбе-2014.
- [5- А]. **Латипова С. З.** EAS primary particle parameter estimation with the complex Pamir-XXI detector array [Текст] / V.I. Galkin, A.S. Borisov. R. Bakhromzod, V.V. Batraev, S. Latipova, and A. Muqimov //EPJ Web of Conferences 145, 15004 (2017) DOI: 10.1051/epjconf/201714515004 ISVNECRI 2016.
- [6- А]. **Латипова С. З.** Определение энергии ШАЛ по черенковскому свету для протонов с энергией 1ПэВ на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] // Международная школа молодых ученых стран СНГ. Алматы (Казахстан), 24 - 30 сентября 2017 года.
- [7- А]. **Латипова С. З.** Методы обработки проскочивших ливней [Текст] // Международная школа молодых ученых стран СНГ. Алматы (Казахстан), 2018 года.
- [8- А]. **Латипова С. З.** Approximations of the front and lateral distribution of EAS Cherenkov light from various nuclei of energy of 1 PeV at the altitude of 4250m above sea level [Текст] // Cambridge Central Asia Forum"- Астана (Казахстан), 23.04.2018 - 25.04.2018 проект GCRF COMPASS.
- [9- А]. **Латипова С. З.** Оценка энергии проскочивших ливней [Текст] // 16-ая Курчатовская, междисциплинарная молодёжная научная школа. Москва — 6-9-11.2018.
- [10- А]. **Латипова С. З.** Международная школа молодых ученых стран СНГ. Иссык-Куль (Киргизия) , - 17-22 сентября 2019 года.
- [11- А]. **Латипова С. З.** Онлайн конференция по темам Международного научно-исследовательского центра “Памир-Чакалтая”. 27-феврвля – 10-марта 2021г.

Диссертация Латиповой Сарвиноз на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI» обобщает самостоятельные исследования автора и является завершенным научным трудом, выполненным на актуальную тему и отвечающим требованиям, предъявляемым ВАК при Президенте Республики

Таджикистан к диссертационным работам на соисканию учёной степени физико – математических наук.

На заседании присутствовали 8 человек. Результаты голосования:

«За» -8 чел., «Против»– нет, «Воздержавшихся»- нет.

Заключение принято на заседании кафедры ядерной физики физического факультета Таджикского национального университета, от 29 сентября 2022 г., протокол № 03 и предложено на защиту в объединённый Диссертационный совет 6D060401 при физико-техническом институте НАН РТ им. С Умарова и Таджикского национального университета, для защиты.

Председательствующий

д.ф.м.н., профессор, заведующий кафедры ядерной физики
физического факультета

Таджикского национального университета

Махсудов Б.И.

Секретарь

Шоабдуллоева Г.

Подписи Махсудов Б.И. и Шоабдуллоевой Г.

подтверждаю:

Начальник управление кадров
и спецчасти ТНУ



Тавкиев Э.Ш.

адрес: 734025, г. Душанбе, пр. Бини Хисорак 16, физический факультет ТНУ